

DEVICE AND METHOD FOR PREPARING DISASSEMBLY/ASSEMBLY DRAWING

Publication number: JP7239866 (A)

Publication date: 1995-09-12

Inventor(s): MINAMI SHUNSUKE; ISHIDA TOMOTOSHI; SHINOZUKA YOSHIKI +

Applicant(s): HITACHI LTD +

Classification:

- **international:** G06F17/50; G06F17/50; (IPC1-7): G06F17/50

- **European:**

Application number: JP19940029267 19940228

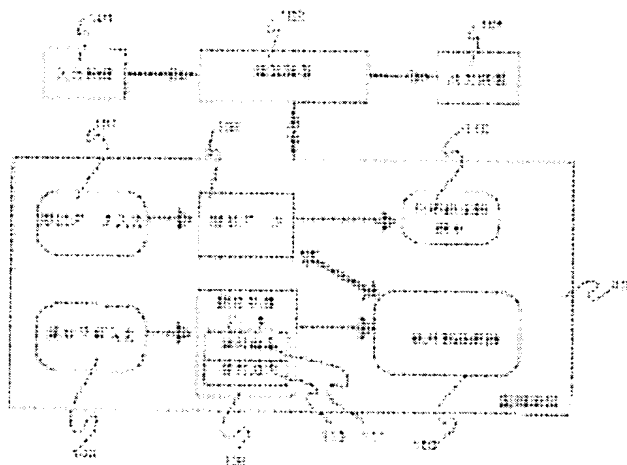
Priority number(s): JP19940029267 19940228

Also published as:

JP3527771 (B2)

Abstract of JP 7239866 (A)

PURPOSE: To provide a device and method for preparing disassembly/assembly drawing with which the disassembly/assembly drawing of an assembled composite object composed of plural parts can be easily prepared. **CONSTITUTION:** This device is provided with an input part 101, shape data memory 105 for storing the shape data of parts consisting of the assembled object, memory 106 for storing assembly process data composed of assembling parts and assembling directions, arithmetic part 102 for displaying the assembled object on a display part based on the shape data, and means 109 for deciding the arranging positions of disassembling parts constituting the assembled object based on the assembly process data and the shape data, and the disassembly/ assembly drawing is displayed on the display part corresponding to the decided arranging positions. Thus, the disassembly/assembly drawing can be automatically prepared, and man-hour for preparing the disassembly/assembly drawing can be reduced.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-239866

(43)公開日 平成7年(1995)9月12日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 F 17/50

識別記号

室内整理番号

FI

技術表示箇所

7623-5L

G O 6 F 15/ 60

400 A

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 20 頁)

(21)出願番号

特願平6-29267

(22) 出願目

平成6年(1994)2月28日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 南 俊介

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 石田 智利

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 篠塚 義昭

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

(54)【発明の名称】 分解組立図作成装置および方法

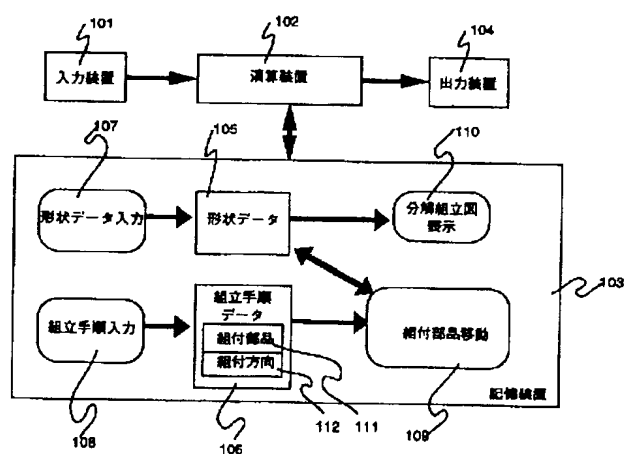
(57) 【要約】

【目的】複数の部品からなる組立品の分解組立図の作成を容易に行い得る分解組立図作成装置及び方法の提供。

【構成】入力部１０１と、組立品を構成する部品の形状データを記憶する形状データメモリ１０５と、組付部品と組付方向からなる組立工程データを記憶するメモリ１０６と、前記形状データに基づいて組立品を表示部に表示する演算部１０２と、組立工程データと前記形状データに基づいて、前記組立品を構成する部品の分解状態の配置位置を決定する手段１０９を有し、決定された配置位置に応じて分解組立図を前記表示部に表示する。

【効果】 分解組立図の自動作成が可能となり、分解組立図作成の工数を低減することが可能となる。

1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】入力部と、組立品を構成する部品の形状データを記憶する形状データメモリと、前記形状データに基づいて組立品を表示部に表示する演算部を有するものにおいて、組立工程データと前記形状データに基づいて、前記組立品を構成する部品の分解状態の配置位置を決定する手段を設け、前記決定された配置位置に応じて分解組立図を前記表示部に表示することを特徴とする分解組立図作成装置。

【請求項 2】請求項 1 において、前記形状データは、部品を構成する曲線又は曲面の制御点と、部品の頂点であることを特徴とする分解組立図作成装置。

【請求項 3】入力部と、組立品を構成する部品の形状データを記憶する形状データメモリと、前記形状データに基づいて組立品を表示部に表示する演算部を有するものにおいて、組立工程データと前記形状データに基づいて、前記組立品を構成する部品を分解組立図上で分解状態にする際の前記各部品間の間隔を決定する手段を設け、前記決定された部品間隔に応じて分解組立図を前記表示部に表示することを特徴とする分解組立図作成装置。

【請求項 4】入力部と、組立品を構成する部品の形状データを記憶する形状データメモリと、前記形状データに基づいて組立品を表示部に表示する演算部を有するものにおいて、前記部品の形状データから当該部品の形状を包含する多面体を生成する手段と、組立工程データと前記生成された多面体の形状データに基づいて、前記組立品を構成する部品を分解組立図上で分解状態にする際の前記各部品間の間隔を決定する手段を設け、前記決定された部品間隔に応じて分解組立図を前記表示部に表示することを特徴とする分解組立図作成装置。

【請求項 5】入力部と、組立品を構成する部品の形状データを記憶する形状データメモリと、前記形状データに基づいて組立品を表示部に表示する演算部を有するものにおいて、前記組立品の分解組立図を表示する場合の視線方向を入力する視線方向入力手段と、組立工程データ、前記形状データ及び前記入力された視線方向データに基づいて、前記組立品を構成する部品を分解組立図上で分解状態にする際の前記各部品間の間隔を決定する手段を設け、前記決定された部品間隔に応じて分解組立図を前記表示部に表示することを特徴とする分解組立図作成装置。

【請求項 6】請求項 1 乃至 5 のうちのいずれかにおいて、前記組立工程データは、前記部品の組立順序と組立方向とからなることを特徴とする分解組立図作成装置。

【請求項 7】入力部と、組立品を構成する部品の形状データを記憶する形状データメモリと、前記形状データに基づいて組立品を表示部に表示する演算部を有するものにおいて、前記部品の組立順序と組立方向とからなる組立工程データを記憶する組立工程データメモリと、前記

形状データメモリ内の部品の頂点座標と前記組立工程データメモリ内の組立方向ベクトルとの内積を演算し、その内積値の最小値を求める内積最小値計算手段と、前記部品の頂点座標と前記組立方向ベクトルとの内積を演算し、その内積値の最大値を求める内積最大値計算手段と、前記求められた内積値の最小値と最大値との差分を求め、求めた差分に基づいて、前記組立品を構成する部品を分解組立図上で分解状態にする際の前記各部品間の間隔を決定する手段を設け、前記決定された部品間隔に応じて分解組立図を前記表示部に表示することを特徴とする分解組立図作成装置。

【請求項 8】請求項 7 において、前記部品間隔決定手段は、前記求めた内積値の最小値と最大値との差分に対し、所定の間隙値を加算又は減算した値を前記各部品間の間隔として決定することを特徴とする分解組立図作成装置。

【請求項 9】入力部と、組立品を構成する部品の形状データを記憶する形状データメモリと、前記形状データに基づいて組立品を表示部に表示する演算部を有するものにおいて、前記部品の組立順序と組立方向とからなる組立工程データを記憶する組立工程データメモリと、前記形状データメモリ内の部品の形状データから組付け部品の形状を包含する第 1 の多面体及び被組付け部品の形状を包含する第 2 の多面体を生成する手段と、前記生成された第 1 及び第 2 の多面体の形状データ及び前記組立工程データメモリ内の組立方向ベクトルに基づいて、前記組立品を構成する部品を分解組立図上で分解状態にする際の前記各部品間の間隔を決定する手段を設け、前記決定された部品間隔に応じて分解組立図を前記表示部に表示することを特徴とする分解組立図作成装置。

【請求項 10】入力部と、組立品を構成する部品の形状データを記憶する形状データメモリと、前記形状データに基づいて組立品を表示部に表示する演算部を有するものにおいて、前記部品の組立順序と組立方向とからなる組立工程データを記憶する組立工程データメモリと、前記形状データメモリ内の組付け部品の形状データ及び被組付け部品の形状データに基づいて、組付け部品と被組付け部品との接触面を求める接触面検出手段と、求めた接触面の頂点座標と前記組立工程データメモリ内の組立方向ベクトルとの内積を演算し、その内積値の最小値を求める内積最小値計算手段と、前記組付け部品の頂点座標と前記組立方向ベクトルとの内積を演算し、その内積値の最大値を求める内積最大値計算手段と、前記求められた内積値の最小値と最大値との差分を求め、求めた差分に基づいて、前記組立品を構成する部品を分解組立図上で分解状態にする際の前記各部品間の間隔を決定する手段を設け、前記決定された部品間隔に応じて分解組立図を前記表示部に表示することを特徴とする分解組立図作成装置。

【請求項 11】入力部と、組立品を構成する部品の形状

データを記憶する形状データメモリと、前記形状データに基づいて組立品を表示部に表示する演算部を有するものであって、前記組立品の分解組立図を作成する方法において、前記形状データメモリより部品の頂点座標を読み出し、部品の組立順序と組立方向とからなる組立工程データを記憶する組立工程データメモリより組立方向ベクトルを読み出し、この読み出された部品の頂点座標と組立方向ベクトルとの内積を演算し、その内積値の最小値を求めると共に、前記読み出された部品の頂点座標と組立方向ベクトルとの内積を演算し、その内積値の最大値を求め、求めた差分に基づいて前記組立品を構成する部品を分解組立図上で分解状態にする際の前記各部品間の間隔を決定し、この決定された部品間隔に応じて分解組立図を前記表示部に表示することを特徴とする分解組立図作成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、複数の部品から構成される組立品の構造や製造工程における組立手順、保守点検や修理の手順を示す際に作成される、分解組立図を作成する装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】分解組立図は、部品を組み合わせた状態から個々の部品をばらし、組付方向と逆の方向に、組立順に配置した図面である。このような分解組立図は、複数の部品から構成される組立品の構成や製造工程における組立手順、保守点検や修理の手順等を示すときに用いられる。従来、分解組立図は、製品の組立図や部品図等の製作図と組立手順等を示した組立手順書を元に手書きで作成していた。また、近年ではCADシステムが製品設計に用いられ、三次元CADシステムを用いて作成した製品の組立モデルを作成し、この三次元CADシステムで作成したデータを元にユーザが組立手順を考慮して、移動コマンドによって部品を移動させることによって分解組立図を作成している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来技術では、人手で分解組立図を作成していたために、非常に時間がかかった。また、三次元CADシステムで作成した組立品の形状データを利用すれば、少なくとも部品の形状を書く必要はないが、部品を1つ1つオペレータが移動方向と移動量を指示して移動させるために手間がかかった。また、製造準備段階で組立手順を検討している段階では、組立手順が正しいかどうかを形状を見て確認する必要がある。ところが組立手順の決定には試行錯誤を伴い、手順を変更する度に分解組立図を人手で作り直すため工数が非常にかかるという問題があった。

【0004】本発明の目的は、組立手順を容易に確認できる分解組立図を容易に作成する装置及び方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、入力部と、組立品を構成する部品の形状データを記憶する形状データメモリと、前記形状データに基づいて組立品を表示部に表示する演算部を有するものにおいて、組立工程データと前記形状データに基づいて、前記組立品を構成する部品の分解状態の配置位置を決定する手段を設け、この決定された配置位置に応じて分解組立図を前記表示部に表示するようにしたことに特徴がある。

【0006】具体的には、前記組立工程データは、部品の組立順序と組立方向とからなり、前記配置位置決定手段は、形状データメモリ内の部品の頂点座標と組立方向ベクトルとの内積を演算し、その内積値の最小値を求めると共に前記読み出された部品の頂点座標と組立方向ベクトルとの内積を演算し、その内積値の最大値を求め、求めた差分に基づいて前記組立品を構成する部品を分解組立図上で分解状態にする際の各部品間の間隔を決定し、この決定された部品間隔に応じて分解組立図を前記表示部に表示するものであります。

【0007】

【作用】本発明によれば、配置位置決定手段により、形状データメモリ内の部品の頂点座標と組立方向ベクトルとの内積が演算され、その内積値の最小値が求められると共に前記読み出された部品の頂点座標と組立方向ベクトルとの内積が演算され、その内積値の最大値が求められ、求められた差分に基づいて前記組立品を構成する部品を分解組立図上で分解状態にする際の各部品間の間隔が決定され、この決定された部品間隔に応じて分解組立図が表示部に表示されるので、分解組立図の自動作成が可能となり、従来行われていた、部品を1つ1つオペレータが移動方向と移動量を指示して移動させるという作業が不要となり、分解組立図作成の工数を低減することが可能となる。

【0008】

【実施例】図1に本発明による分解組立図作成装置の構成の一実施例を示す。入力装置101は、キーボードやマウス等のユーザからの指示を取り込む機器および通信装置やフロッピーディスク装置等の他の計算機からデータを受け取る装置で構成する。演算装置102は、CPUで構成し、記憶装置103に記憶されたプログラムによって記憶装置103内のデータを演算したり、入力装置101及び出力装置104とのデータのやり取りを行う。記憶装置103は、RAMや磁気ディスク等で構成し、プログラム及びデータを記憶する。出力装置104は、CRT等の表示装置や通信装置やフロッピーディスク装置等の他の計算機へデータを受け渡す機器で構成する。

【0009】記憶装置103には、形状データ105、組立手順データ106、形状データ入力プログラム107、組立手順入力プログラム108、組付部品移動プロ

グラム 109, 分解組立図表示プログラム 110 を格納する。形状データ 105 は組立品の幾何情報を記憶する。組立手順データ 106 は、組立の順序毎に組付部品 111, 組付方向 112 を記憶する。形状データ入力プログラム 107 は、入力装置 101 から組立品の幾何情報を取り込み、形状データ 105 に格納する。組立手順入力プログラムは、入力装置 101 から組立の順序毎に、組付部品と組付方向を取り込み、組立手順データ 106 に格納する。組付部品移動プログラム 109 は、ある組立手順ステップにおいて、組付部品 111 の形状データと既に組付済みの部品の形状データと組付方向 112 から、分解組立図上の組付部品位置を計算し、形状データ 105 内の組付部品の部品位置を変更する。分解組立図表示プログラム 110 は、形状データ 105 を出力装置 104 に出力する。

【0010】形状データ 105 及び組立手順データ 106 の入力は、マウス及びキーボードを用いてユーザが入力するか、他の計算機でデータを作成したデータを、ネットワークやフロッピーディスク等を介して入力する。

【0011】本実施例における分解組立図作成方法の一例を図 43 に示す。処理 4301 では、組立の対象となる部品の形状データ及び組立完了状態における部品の配置位置を取り込む。処理 4302 では、部品の組立順序、組立方向のデータからなる組立手順データを取り込む。処理 4303 では、部品形状、配置位置、組立順序、及び組立方向から、組立品を構成する 1 つ 1 つの部

$$V = (D_{\min} - D_{\max} - D_{\text{const}}) * V_a \quad \dots (1)$$

そして、形状データより組付部品の位置 M_0 を取りだし、移動ベクトル V から求めた移動マトリックス M_v をかけた値 M を新しい部品位置として形状データに書き込

$$M = M_v * M_0$$

組付済み部品追加プログラム 208 は、位置を変更した組付部品を組付済み部品メモリ 204 に追加する。

【0015】次に、具体的な例を用いて組付部品移動プログラム 109 が分解組立図を作成する原理を説明する。

【0016】図 3 は、2 つの部品 301 と 302 が組み立てられた状態を示している。部品 301 が組付済み部品、部品 302 が組付部品とする。ベクトル 303 は、部品 302 の組付方向を示している。内積最小値計算プログラム 205 では、組付済み部品 301 の頂点の座標値と組付方向 303 の内積の最小値を求める。図 3 の例では図 4 に示すとおり、頂点 401 との内積が最小になりその値は 402 になる。つまり、組付済み部品 301 の形状は、組付方向 303 を数直線として考えると、内積の最小値 402 より大きい領域に存在することになる。一方、内積最大値計算プログラム 206 では、組付部品 302 の頂点の座標値と組付方向 303 との内積の最大値を求める。図 3 の例では図 4 に示すとおり、頂点 403 と組付方向の内積が最大となり、その値は 404 と

品について分解した状態での配置位置を計算する。処理 4304 では、処理 4303 で求めた配置位置に基づいて部品形状を表示する。

【0012】図 2 に組付部品移動プログラム 109 の一実施例の詳細な構成を示す。手順順次読みだしプログラム 201 は、組立手順データ 106 内の 1 つ 1 つの組立手順ステップを読みだし、組付部品メモリ 202 および組付方向メモリ 208 に格納する。組付方向 112 は、既に組立済みの部品に組付部品を組み付けるときの方向を表すもので、単位ベクトルで表す。これを V_a とする。また、組付済み部品メモリ 204 は、ある組立手順ステップ以前の手順ステップで取り付けた部品のリストを格納するものである。内積最小値計算プログラム 205 は、組付済み部品メモリ 204 から組み付け済み部品のリストを読みだし、それらの部品の頂点と取り付け方向の内積を計算し、その中の最小値を計算する。これを D_{\min} とする。内積最大値計算プログラム 206 は、組付部品メモリ 202 より組み付ける部品を読みだし、それらの部品の頂点の座標値を形状データ 105 から取り出す。それらの座標値と組付方向の内積をそれぞれ計算し、その中の最大値を求める。これを D_{\max} とする。組付部品位置変更プログラム 207 は、以下の式 (1) によって組付部品の移動ベクトル V を求める。ただし、 D_{const} はあらかじめ定めた一定量のすきみである。

【0013】

【数 1】

む。この計算は以下の式 (2) による。

【0014】

【数 2】

$$\dots (2)$$

なる。つまり、組付部品 302 の形状は、組付方向 303 を数直線として考えると、内積の最大値 404 より小さい領域に存在することになる。従って、最小値 402 から最大値 404 を引くと、その値は 405 のようになり、405 の分だけ組付部品を組付方向に移動すると、組付済み部品 301 と組付部品 302 の、組付方向 303 の数直線上でのそれぞれの存在領域が重ならなくなる。しかし、このままでは領域が接しているの、図 5 のように、405 の値からあらかじめ定めた一定量 501 を引くと移動量は 502 となる。組付部品 302 を組付方向 303 に移動量 502 だけ平行移動すると、組付済み部品 301 と組付部品 302 が分離された分解組立図が得られる。

【0017】図 6 に組付部品移動プログラムの処理フローを示す。処理 601 では、組立手順データ内の第 1 番目の手順ステップの組付部品を組付済み部品とする。処理 602 では、第 2 番目の手順ステップから最後の手順ステップについて順次、処理 603 ~ 処理 607 を適用する。処理 603 では、現在の手順ステップの組付部品

と組付方向を組付手順データから読みだす。処理 604 では、組付部品のすべての頂点座標を形状データから読みだし、1つ1つの頂点と組付方向の内積を計算し、その値のなかの最大値を求める。処理 605 では、組付済み部品のすべての頂点座標を形状データから読みだし、1つ1つの頂点と組付方向の内積を計算し、その値のなかの最小値を求める。処理 606 では、最小値から最大値を引き、さらに一定量を引いた値に、組付方向をかけてえられるベクトル分だけ組付部品の位置を移動する。処理 607 では、移動して分解状態になった組付部品を組付済み部品に追加する。

【0018】次に具体的な例を用いて、図 6 の処理フローによって分解組立図が作成される様子を説明する。図 7 は説明に用いる組立品の形状を示したものである。組立品の構造は、板 701 に部品 702 がボルト 703 によって固定され、また、部品 704 がボルト 705 によって板 701 に固定されている。部品 702 およびボルト 703 の組付方向は方向ベクトル 706、また部品 704 およびボルト 705 の組付方向は方向ベクトル 707 である。

【0019】図 7 の組立品の組立手順データは、例えば、図 8 のようになる。手順ステップ 801 は、組立手順のシーケンス番号であり、この番号順に組立を行う。組付部品 802 は、ある手順ステップにおいて組み付ける部品を表す。図 8 に示した部品は図 7 の部品に付けた符号に対応する。組付方向 803 は、ある手順ステップにおける部品の組付方向を表す方向ベクトルである。図 8 に示した組付方向は、図 7 の組付方向ベクトルに付けた符号に対応する。なお、第 1 番目の手順ステップ 804 は、最初に部品を置く場合なので、組付方向を特定する必要はない。

【0020】まず、処理 601 によって、第 1 番目の手順ステップ 804 の組付部品 701 を組立済み部品とする。この段階では、図 7 の組立状態のままである。なお説明上、組付部品と組付済み部品を区別するために、組付済み部品を網かけで、組付部品を斜線のハッチングで示す。図 7 の状態では、部品 701 が組付済み部品である。次に、処理 602 で、手順ステップ 2 から 5 までに処理 603 から 607 を繰り返して適用する。第 2 番目の手順ステップ 805 に処理 603 を実行すると、組付部品は 702 となる。この状態を図 9 に示す。処理 604 を実行すると内積の最大値 901 が、処理 605 を実行すると内積の最小値 902 が得られ、処理 606 を実行すると最小値と最大値の差は 903 となり、一定量の隙間を 904 とすると移動ベクトル 905 が得られ、移動後の部品 702 の位置は 906 になる。処理 607 を実行すると、組付部品であった部品 702 は、906 の位置で組付済み部品となる。図 10 に第 3 番目の手順ステップ 806 に処理 603 ~ 処理 607 を実行中の様子を

706 である。処理 604 を実行すると、組付部品はボルト 703 なので、内積の最大値は 1001 になる。処理 605 を実行すると、組付済み部品は部品 701 と部品 702 なので、内積の最小値は 1002 になる。1002 から 1001 を引いた値 1003 が得られ、これから一定値 1004 を引いた値 1005 で、組付部品である 703 を組付方向 706 に移動すると 1006 の位置になる。そして、部品 703 は 1006 の位置で組付済み部品となる。同様にして第 4 番目の手順ステップ 807 に処理 603 ~ 処理 607 を実行中の様子を図 11 に示す。この場合、内積の最大値と最小値は等しく、図 11 の 1101 のようになる。従って、移動量は隙間分の 1102 となる。従って、移動後の部品 704 の位置は 1103 になる。更に、第 5 番目の手順ステップ 808 に処理 603 ~ 処理 607 を実行中の様子を図 12 に示す。組付部品 705 の頂点と組付方向 707 の内積の最大値は 1201、組付済み部品 701 ~ 704 の頂点と組付方向 707 の内積の最小値は 1202、最小値と最大値の差は 1203、隙間を 1204 とすると、移動量は 1205 となる。従って、移動後の部品 705 の位置は 1206 となる。図 13 に処理終了後の形状データの様子を示す。これを表示することにより、分解組立図が得られる。

【0021】本実施例では、二次元で説明を行ったが、本発明ではこれを三次元でもそのまま実現できる。例えば図 14 において、組付部品を 1401、組付済み部品を 1402、組付方向を下向き方向の 1403 とする。組付方向 1403 と組付部品 1401 の頂点座標との内積の最大値は 1404 となる。また、組付方向 1403 と組付済み部品 1402 の頂点座標との内積の最小値は 1405 となる。最小値 1404 から最大値 1405 を引き、さらに隙間分 1406 を引いたもの 1407 が、組付部品の移動ベクトルとなる。図 15 に移動ベクトルによって組付部品 1402 を移動した後の形状データを示す。

【0022】また、上記の実施例では、組付部品および被組付部品の頂点と組付方向ベクトルとの内積を計算したが、部品に曲面が含まれる場合は、曲線および曲面の制御点も内積計算の対象とすると、曲面で接する部品のよりわかりやすい分解組立図が作成できる。図 16 において、組付部品を 1601、被組付部品を 1602 とする。組付部品および被組付部品に曲面 1603 が含まれている場合、組付方向ベクトル 1609 との内積計算を行う際、頂点 1607、1608 の座標と共に、曲面 1603 の制御点 1605、1606 も計算の対象とする。その結果、組付部品 1601 の頂点と制御点の座標値と、組付方向ベクトル 1609 との内積の最大値は、頂点 1608 の座標値と方向ベクトル 1609 の内積値 1610 となる。また、被組付部品 1602 の頂点と制御点の座標値と、組付方向ベクトル 1609 との内積の最小値は、制御点 1605 の座標値と方向ベクトル 160

9の内積値1611となる。最小値1611と最大値1610の差より隙間量1612を引いた値1613が組付部品1601の移動量となる。図17に移動後の形状データを示す。このようにして、頂点座標だけでは曲線や曲面を含む部品をすべて分離することができないが、曲線や曲面の制御点を用いることにより、すべての部品を分離した分解組立図を作成することができる。

【0023】本発明の他の実施例では、部品の形状データの頂点や制御点の代わりに、部品形状を包含する多角形であるバウンディングボックスの頂点を用いる。図18に本実施例を実現する組付部品移動量計算プログラム109の構成を示す。本プログラムは、図2に示した組付部品移動量計算プログラム1801を追加したものである。バウンディングボックス計算プログラム1801は、形状データ105を参照し、部品形状を包含する多角形を求める。内積最小値計算プログラム205は、組付済み部品メモリ204に記憶されている部品に対応するバウンディングボックスをバウンディングボックス計算プログラム1801から読みだし、1つ1つ頂点座標と組付方向メモリ208に記憶されている組付方向ベクトルとの内積を計算し、それらの中から最小値を求める。内積最大値計算プログラム206は、組付済み部品メモリ204に記憶されている部品に対応するバウンディングボックスをバウンディングボックス計算プログラム1801から読みだし、1つ1つの頂点座標と組付方向メモリ208に記憶されている組付方向ベクトルとの内積を計算し、それらの中から最大値を計算する。図18のその他の部分は、図2と同様である。

【0024】部品形状を包含する多角形であるバウンディングボックスは、例えば図19に示すような、部品座標系又は組立品座標系の座標軸1901に平行な立方体1902である。このようなバウンディングボックスは、部品形状を構成する頂点や制御点の座標値のx軸方向の最大値と最小値、y軸方向の最大値と最小値、z軸方向の最大値と最小値をそれぞれ求めることにより計算できる。バウンディングボックスの計算は、移動量を計算する前にあらかじめすべての部品のバウンディングボックスについて行ってもおいてもよいし、移動量計算中に行ってもよい。また、形状データ105に含めておいてもよい。このときは、バウンディングボックス計算プログラム1801は不要となる。バウンディングボックスは、部品形状を完全に包含しているため、組付部品の移動量は、頂点や制御点の座標を使って計算した移動量より、必ず大きくなるため、すべての部品を分離した分解組立図が作成できる。

【0025】尚、ここでバウンディングボックスを用いる本実施例について以下に具体的に説明する。図44は、分解組立図上の部品配置を決定する手順を示すフローチャートである。処理4401では、組立の対象とな

る部品の形状データ及び組立完了状態における部品の配置位置を取り込む。処理4402では、部品の組立順序、組立方向のデータからなる組立手順データを取り込む。処理4403では、組付済みの部品のリストである被組付部品リストを空にしてから組立手順データの第1番目の組付部品を被組付部品リストにセットする。処理4404では、組立手順データの2番目の組付部品から最後の組付部品について組立順序の順に処理4405～処理4409を繰り返す。処理4405では、組付部品のバウンディングボックスを算出する。次に処理4406では、被組付部品リストに含まれる部品をすべて包含するバウンディングボックスを算出する。処理4407では、組付方向と組付部品のバウンディングボックス、被組付部品のバウンディングボックスから、お互いのバウンディングボックスが隣接するような組付部品の移動量を計算する。処理4408では、組付部品を組付方向と反対方向に、処理4407にて求めた移動量だけ移動する。処理4409では、移動の終わった組付部品名を被組付部品リストに追加する。

【0026】図45に処理4407の詳細なフローチャートを示す。処理4501では、組付部品のバウンディングボックスの各頂点を始点とし、組付方向の反対方向に延びる半直線を引く。二次元の場合は4本の半直線が引ける。三次元の場合は6本の半直線が引ける。処理4502では、処理4501で作成した半直線と被組付部品のバウンディングボックスとの交点を求める。1つの半直線が被組付部品のバウンディングボックスと2つの交点を持つときは、始点から遠いほうを交点とする。処理4503では、それぞれの半直線について、始点から交点までの距離を算出する。交点がない場合は、距離は0とする。処理4504では、処理4503で求めた距離のうち最大値を選択し、それを移動量とする。

【0027】本実施例による分解組立図作成の実行例を図46～図48に示す。図46は、説明のための組立品の完成状態の図面である。プレート4601にボルト4602が固定されている様な構造になっている。ボルト4602が組付部品、プレート4601が被組付部品で、ボルト4602の組付方向が4603であるとする。図47に計算の途中で使われるバウンディングボックス、半直線等の情報を図示しながら処理を説明する。まず、最初に処理4405および処理4406により被組付部品のバウンディングボックス4701および組付部品のバウンディングボックス4702を算出する。次に、処理4501により、組付部品のバウンディングボックス4702の頂点4703、4704、4705、4706から組付方向4603と反対方向に半直線4707、4708、4709、4710を引きだす。次に処理4502により半直線4707、4708、4709、4710と被組付部品のバウンディングボックス4701の交点4711、4712、4713、4714を算出する。

次に処理 4503 により始点と交点の間の距離、つまり、頂点 4703～交点 4711、頂点 4704～交点 4712、頂点 4705～交点 4713、頂点 4706～交点 4714 を算出する。さらに処理 4504 で始点と交点間の距離のうち最大値、したがって図 47 の場合は頂点 4703～交点 4711 の距離を移動量とする。図 48 は、処理 4408 により算出した移動量 4801 で組付部品 4602 を組付方向 4603 と反対方向に移動した状態を示す。このように図 45 に示した処理フローにより計算した移動量を用いると、組付部品と被組付部品のバウンディングボックスが重ならない位置に組付部品を配置することができ、したがって、組付部品と被組付部品を分離して部品を配置することができる。これを組立手順の順に適用していけば、組立品全体の分解組立図を自動的に作成することができる。

【0028】本発明の更に他の実施例を以下に示す。図 20 は、図 1 の分解組立図作成装置において、視線方向入力プログラム 2001 を追加すると共に、組付部品移動プログラム 109 を視線方向を考慮した組付部品移動プログラム 2002 に、分解組立図表示プログラム 110 を視線方向入力プログラム 2001 によって入力された視線方向で表示するようにした分解組立図表示プログラム 2003 に変更した機能構成図である。視線方向入力プログラム 2001 は、入力装置 101 よりユーザの指示や他のプログラムや計算機からの視線ベクトルを取

$$V_p = (V_e \times V_a) / |V_e \times V_a| \times V_e \quad \dots (3)$$

内積最小値計算プログラム 2102 は、組付済み部品メモリ 204 から取り付け済み部品のリストを読みだし、それらの部品の頂点と投影ベクトル V_p の内積を計算し、その中の最小値を計算する。これを D_{\min} とする。内積最大値計算プログラム 2103 は、組付済み部品メモリ 202 より組み付ける部品を読みだし、それらの部品の頂点の座標値を形状データ 105 から取り出す。それら

$$V = (D_{\min} - D_{\max} - D_{\text{const}}) * V_a / (V_p \cdot V_a) \quad \dots (4)$$

そして、形状データ 105 より組付部品の位置 M_0 を取りだし、移動ベクトル V から求めた移動マトリックス M_v をかけた値 M を新しい部品位置として形状データ 10

$$M = M_v * M_0 \quad \dots (2)$$

組付済み部品追加プログラム 208 は、位置を変更した組付部品を組付済み部品メモリ 204 に追加する。

【0033】次に、具体的な例を用いて組付部品移動プログラム 2002 が分解組立図を作成する原理を説明する。図 22 は、2 つの部品 2201 と 2202 が組み立てられた状態を示している。部品 2201 が組付済み部品、部品 2202 が組付部品とする。ベクトル 2203 は、部品 2202 の組付方向 V_a を示している。視線方向ベクトル V_e は図 22 において紙面に垂直に手前から向こう側への方向とする。図 23 は、視線方向ベクトル

$$V_t = (V_e \times V_a) / |V_e \times V_a| \quad \dots (5)$$

ただし、 V_t は図 23 において手前から向こう側へ向か

り込むものである。視線方向を考慮した組付部品移動プログラム 2002 は、視線方向入力プログラム 2001 から、視線方向ベクトルを受け取り、組立品の形状データ 105 と組立手順データ 106 と視線方向ベクトルから部品の移動量を決定し、形状データ 105 から読みだした部品の位置を変更し、形状データに書き込む。

【0029】図 21 に視線方向を考慮した組付部品移動プログラム 2002 の一実施例の構成図を示す。手順順次読みだしプログラム 201 は、組立手順データ 106 内の 1 つ 1 つの組立手順ステップを読みだし、組付部品メモリ 202 および組付方向メモリ 208 に格納する。組付方向 112 は、既に組立済みの部品に組付部品を組み付けるときの方向を表すもので、単位ベクトルで表す。これを V_a とする。また、組付済み部品メモリ 204 は、ある組立手順ステップ以前の手順ステップで取り付けた部品のリストを格納するものである。視線方向を法線とする平面への投影プログラム 2101 は、視線方向入力プログラム 2001 より視線方向ベクトル V_e を受け取り、また、組付方向メモリ 208 より組付方向ベクトル V_a を読みだし、以下の式 (3) によって視線方向 V_e を法線ベクトルとする平面への組付方向ベクトル V_a の投影ベクトル V_p を計算する。

【0030】

【数 3】

の点と投影ベクトル V_p の内積を計算し、その中の最大値を求める。これを D_{\max} とする。組付部品位置変更プログラム 2104 は、以下の式 (4) によって組付部品の移動ベクトル V を求める。ただし、 D_{const} はあらかじめ定めた一定量のすきまである。

【0031】

【数 4】

5 に書き込む、この計算は以下の式 (2) による。

【0032】

【数 5】

V_e と組付方向ベクトル V_a に垂直な方向から図 22 の組立品を見た図である。ベクトル 2301 は視線方向ベクトル V_e である。図 23 の紙面に垂直な方向ベクトル V_t は、視線方向ベクトル V_e と垂直かつ、組付方向ベクトル V_a と垂直であるために、視線方向ベクトル V_e と組付方向ベクトル V_a の外積によって計算されるベクトルを正規化したベクトルである。したがって、 V_t は以下の式 (5) で求められる。

【0034】

【数 6】

うベクトル 2302 とする。

【0035】視線方向 V_e を法線ベクトルとする平面への組付方向ベクトル V_a の投影ベクトル V_p は、図23では方向ベクトル2303となる。投影ベクトル V_p は、 V_t と垂直かつ視線方向 V_e と垂直なので、 V_t と V_e の外積によって計算されるベクトルである。ただ

$$V_p = V_t \times V_e = (V_e \times V_a) / |V_e \times V_a| \times V_e \quad \cdots (6)$$

内積最小値計算プログラム2102では、取付済み部品2201の頂点の座標値と投影ベクトル2303の内積の最小値を求める。図22の例では、図23に示すとおり、頂点2304との内積が最小になり、その値は2305になる。一方、内積最大値計算プログラム2103では、組付部品2202の頂点の座標値と投影ベクトル2303との内積の最大値を求める。図22の例では、図23に示すとおり、頂点2306と投影ベクトル2303の内積が最大となり、その値は2307となる。次に、最小値2305から最大値2307を引くと、その値は2308のようになる。2308の値からあらかじめ定めた一定量2309を引くと2310となる。2310は、投影ベクトル上での移動量なので、組付方向2203で投影ベクトル2303に投影した結果が2310となるような移動量を求める必要がある。これは、投影ベクトル2303方向の移動量2310を投影ベクトル2303と組付方向ベクトル2203の内積で割ればよい。このようにして移動量2311は計算できる。組付部品2202を組付方向2203に移動量2311だけ平行移動すると、図24のようになり、視線方向から見ると図25で示すように、組付済み部2201と組付部品2202の重なり部分がない分解組立図が得られる。

【0037】図26に視線方向を考慮した組付部品移動プログラムの処理フローを示す。処理2601では、視

$$V = (D_{min} - D_{max} - D_{const}) / (V_p \cdot V_a) * V_a \quad \cdots (4)$$

ただし、 D_{min} は、処理2608で求めた内積の最小値、 D_{max} は、処理2607で求めた内積の最大値、 D_{const} は一定量の隙間値、 V_a は組付方向ベクトル、 V_p は処理2606で求めた投影組付方向ベクトル、 V_e は処理2604で読みだした組付方向ベクトルである。処理2610では、移動して分解状態になった組付部品を組付済み部品に追加する。

【0039】本実施例では、投影ベクトルとの内積計算に頂点の座標値を用いたが、曲面を含む場合には曲面の制御点の座標値も頂点座標値と共に用いてもよい。また、頂点や制御点の代わりに、部品の形状を包含する多面体であるバウンディングボックスの頂点座標を用いても良い。

【0040】図27に、図1及び図2における組付部品移動プログラム109の更に他の実施例の詳細な構成2701を示す。手順順次読みだしプログラム201は、組立手順データ106内の1つ1つの組立手順ステップを読みだし、組付部品メモリ202および組付方向メモリ208に格納する。組付方向112は、既に組立済み

し、 V_r と V_e は直交するので、正規化する必要がない。以上をまとめると、投影ベクトル V_p は以下の式(6)で求められる。

【0036】

【数7】

線方向入力プログラムより視線方向ベクトルを取り込む。処理2602では、組立手順データ内の第1番目の手順ステップの組付部品を組付済み部品とする。処理2603では、第2番目の手順ステップから最後の手順ステップについて順次、処理2604～処理2610を適用する。処理2604では、現在の手順ステップの組付部品と組付方向を組付手順データから読みだす。処理2605では、視線方向と組付方向が平行であるかどうかをチェックする、平行な場合は、外積が0となってしまうのでエラーとする。処理2606では、投影組付方向 V_p を上記の式(6)によって計算する。処理2607では、組付部品のすべての頂点座標を形状データから読みだし、1つ1つの頂点と投影組付方向の内積を計算し、その値のなかの最大値を求める。処理2608では、組付済み部品のすべての頂点座標を形状データから読みだし、1つ1つの頂点と投影組付方向の内積を計算し、その値のなかの最小値を求める。処理2609では、最小値から最大値を引き、さらに一定量を引いた値を組付方向と投影組付方向の内積で割った値に、組付方向をかけてえられるベクトル分だけ組付部品の位置を移動する。移動ベクトルを V とすると、以下の式(4)で求められる。

【0038】

【数8】

の部品に組付部品を組み付けるときの方向を表すもので、単位ベクトルで表す。これを V とする。また、組付済み部品メモリ204は、ある組立手順ステップ以前の手順ステップで取り付けた部品のリストを格納するものである。接触面検出プログラム2702は、組付部品を組付済み部品メモリ202から読みだし、組付済み部品を組付済み部品メモリ204から読みだし、組付部品と組付済み部品の間の接触面を形状データ105を参照して検出する。

【0041】内積最小値計算プログラム205は、接触面検出プログラム2702より組付部品と組付済み部品の接触面を取り出し、その頂点と取り付け方向の内積を計算し、その中の最小値を計算する。これを D_{min} とする。内積最大値計算プログラム206は、組付部品メモリ202より組み付ける部品を読みだし、それらの部品の頂点の座標値を形状データ105から取り出す。それらの点と組付方向の内積を計算し、その中の最大値を求める。これを D_{max} とする。組付部品位置変更プログラム207は、上記の式(1)によって組付部品の移動ベ

クトルVを求める。そして、形状データより組付部品の位置M。を取りだし、移動ベクトルVから求めた移動マトリックスM_vをかけた値Mを新しい部品位置として形状データに書き込む。この計算は上記の式(2)による。組付済み部品追加プログラム208は、位置を変更した組付部品の組付済み部品メモリ204に追加する。

【0042】次に、具体的な例を用いて組付部品移動プログラム109が分解組立図を作成する原理を説明する。図28は、2つの部品2801と2802が組み立てられた状態を示している。部品2801が組付済み部品、部品2802が組付部品とする。ベクトル2803は、部品2802の組付方向を示している。まず、接触面検出プログラム2702は、組付済み部品2801と組付部品2802の間の接触面を検出し、図29に示すように、ねじの座面2901とねじ面2902を得る。内積最小値計算プログラム205では、面2901と面2902の頂点の座標値と組付方向2803との内積の最小値を求める。図29の例では、図30に示すとおり、面2901の頂点3001と方向ベクトル2803の内積が最小になり、その値は3002になる。一方、内積最大値計算プログラム206では、組付部品2802の頂点の座標値と組付方向2803との内積を計算する。図28の例では、図30に示すとおり、頂点3003と組付方向2803の内積が最大となり、その値は3004となる。次に、最小値3002から最大値3004を引き、さらにあらかじめ定めた一定量3005を引くと移動量は3006となる。組付部品2802を組付方向2803に移動量3006だけ平行移動すると、図31のような組付済み部品2801と組付部品2802が分離された分解組立図が得られる。

【0043】本実施例では、接触面の頂点を内積計算に用いたが、曲面や曲線の制御点も頂点と共に内積計算に用いてもよい。また、接触面の頂点や制御点の代わりに、接触面を包含するバウンディングボックスをあらかじめ求めておき、このバウンディングボックスの頂点を組付方向ベクトルとの内積計算に用いてもよい。さらに、図21に示した視線方向を考慮した組付部品移動プログラム2002に接触面検索プログラムを組み込んで、部品の頂点の代わりに接触面の頂点を内積最小値計算に用いてもよい。

【0044】次に、本発明による更に他の実施例の構成を図32に示す。図32は、図27の接触面検出プログ

$$D_{const} = \frac{C}{\sqrt{1 - (V_a \cdot V_e)^2}}$$

【0048】ただし、V_aは組付方向ベクトル、V_eは視線方向ベクトル、Cは正の定数とする。例えば、図35における部品3513と部品3514を組付方向3515で組み付ける場合、組付方向3515に平行な長さ1のベクトル3516の見掛け上の長さ3517は、3

ラムを備えた組付部品移動プログラム2701に、組付部品の接触面と組付済み部品の接触面の対応を表す対応線を作成する対応線作成プログラム3201を追加したものである。図33と図34を用いて対応線作成プログラム3201の動作を説明する。対応線作成プログラム3201は、接触面検出プログラム2702より接触面を受け取り、例えばその重心を計算する。図33の例では、接触面2901が接触面検出プログラム2702より渡され、重心3301が求められる。また、組付部品位置変更プログラム207より組付部品の移動ベクトル3006を受け取り、接触面の重心3301を移動ベクトル3006だけ移動した点3302を求める。そして点3301と点3302の間を結ぶ線分を形状データ105に追加する。これを表示すると図34のように、組付部品の接触面と組付済み部品の接触面の対応を表す対応線3401が分解組立図とともに表示できる。対応線3401は、図34では一点鎖線で表したが、形状を表す線と異なる色や線の太さで表示してもよい。

【0045】これまで述べてきた実施例では、組付部品の移動ベクトルを計算する際に、一定値の隙間D_{const}を用いてきたが、この隙間を視線方向ベクトルと組付方向ベクトルから計算してもよい。

【0046】図35は、組付部品と組付済み部品との隙間が一定値の場合と、視線方向ベクトルと組付方向ベクトルから計算する場合の例を示している。視線方向をベクトル3501とする。部品3502と部品3503を組付方向3504で組み付けるとすると、隙間は3505となる。この場合、組付方向3504は視線方向3501に垂直なため、視線方向3501から見た見掛け上の隙間3507は実際の隙間3505と等しくなる。ところが、部品3508と部品3509を組付方向3510で組み付ける場合、隙間は3511となり3505と同じ大きさであるが、視線方向3501から見た見掛け上の隙間3512は3507に比べて小さくなる。見掛け上の隙間が小さくなると、部品同士が近づいてみえて分解組立図としては分かりにくくなってしまう。見掛け上の隙間は、組付方向と視線方向が平行に近づくほど小さくなる。そこで、例えば、隙間D_{const}を次式(7)のように計算する。

【0047】

【数9】

$$\dots (7)$$

518の長さがV_aとV_eの内積の絶対値となるので上記の式(7)の分母となる。従って、隙間3519を、上記の式(7)で計算すれば、組付方向と視線方向の関係によらず見掛け上の隙間3520を一定値Cに保つことができる。

【0049】次に、組立品の構造によっては、1つずつ部品を組み付けることができず、いくつかの部品を組み立てたサブアセンブリを組み立ててから組み付けなければ組み立てられない場合があるため、以下では、サブアセンブリがある場合の実施例について説明する。先ず、図49にこのような組立品の例を示す。図49に示した組立品は、部品4901、4902、4903の3つの部品からなる。このような組立品の場合、部品4901、4902、4903の順に組み立てることはできない。まず部品4901を置いた後、部品4902と部品4903を組み立てた後、部品4901に組み付けなければならない。

【0050】このような組立品の組立手順データは、例えば、図50の様に表現できる。部品レベルは、図51に示すように組立品のサブアセンブリ関係を木構造で表したときのルート5101からの深さを表す。したがって部品4901の部品レベルは1、部品4902、4903の部品レベルは2、部品4902と4903を組み立てたサブアセンブリのレベルは1となる。

【0051】本発明による組立途中にサブアセンブリがあるような組立順序データから分解組立図を作成する方法の一実施例のフローチャートを図52に示す。処理5201では、組立品を構成する部品の形状と組立完了状態での部品位置からなる形状データを入力する。処理5202では、図50で示した様な、組立順序、組付部品、組立方向、部品レベルからなる組立手順データを入力する。処理5203では、組立手順データの第1番目の組付部品を被組付部品リストに設定する。処理5204では、組立手順データの2番目の組付部品から最後の組付部品について順番に処理5205以下の処理を適用する。処理5205では、組付部品がサブアセンブリの最初の部品かどうかを判定する。例えば、図50の様にサブアセンブリを部品レベルで表す場合、組付部品の部品レベルが1つまえの組付部品の部品レベルより大きい場合、サブアセンブリの最初の部品となり、処理5205では、yesの方へ分岐し、処理5206、5207を実行する。部品レベルが同じ場合や前の組付部品のレベルより小さいときは、noの方へ分岐し、処理5208～5211を実行する。処理5206では、現在の被組付部品リストの内容を被組付部品保存用スタックにプッシュする。処理5207では、被組付部品リストを空にした後、現在の組付部品を被組付部品リストに設定する。処理5206および処理5207により、これまでに組み付けた部品の情報を一時保存し、サブアセンブリの組立に関する分解組立図を作成する準備が整う。処理5208では、分解状態での組付部品の配置位置を組付部品、被組付部品の形状データと組付部品の組付方向から計算する。計算方法はこれまでの実施例で述べた通りである。処理5209では、処理5208で計算した配置位置に組付部品を配置する。処理5210では、現在の

組付部品がサブアセンブリ組立の最後の部品かどうかを判定し、最後の部品であれば処理5211に分岐する。現在の組付部品がサブアセンブリ部品の最後の部品でないときは、noの方へ分岐し、処理5212に分岐する。例えば、図50の様にサブアセンブリを部品レベルで表す場合、現在の組付部品の部品レベルが1つ後の組付部品のレベルより大きいときにサブアセンブリ組立の最後の部品となる。処理5211では、被組付部品保存用スタックに最後にプッシュした被組付部品をポップし、ポップした部品群を現在の被組付部品リストに設定する。処理5212では、組付部品を被組付部品リストに追加する。処理5204により処理5205を組立手順データのすべての組付部品に適用した後、処理5213にて移動後の形状データを表示する。これにより分解組立図が表示される。

【0052】被組付部品保存用のスタックは、例えば図53の様な、スタックポインタ5301と部品名5303と部品個数5302の欄からなる表で実現する。スタックポインタ5301は、現在スタックに格納されている被組付部品リストの数を保存する。あらたに被組付部品リストがプッシュされたら、スタックポインタを1つだけ加算し、加算後のスタックポインタの値をインデックスとした行、この場合は3番目の行5304に、部品数と部品名のリストを格納する。逆に、スタックからポップする場合は、スタックポインタ5301の値をインデックスとした行の部品名リストをとりだすと共に、その行を表から削除し、スタックポインタ5301の値を1つだけ減算する。図53の例では、スタックポインタ5301の値が2なので、二番目の行5305から部品名Cをとりだし、この行5305を削除し、スタックポインタ5301の値を1つ減算して1とする。このようにして後から記憶した部品名のリストを最初にとりだすことができる。

【0053】図52の処理を図49のデータおよび図50の組立手順データに適用したときの分解組立図作成の様子を図を用いて説明する。処理5201、5202で、形状データ図49と組立手順データ図50を入力する。次に、処理5203を実行すると、図50の最初の組立手順データの組付部品4901が被組付部品リストに設定される。次の組付部品4903について処理5205でサブアセンブリ組立の最初の部品かどうかをチェックする。1つ前の組付部品4901のレベルは1であるが、現在の組付部品4903の部品レベルは2で、現在の組付部品の部品レベルの方が大きいので、サブアセンブリ組立の最初であることがわかる。そこで、処理5206により被組付部品リストの内容、この場合は4901を被組付部品用スタックに格納する。そして、処理5207により現在の組付部品4903を被組付部品とする。この後、処理5204にてループし、組付部品4902に処理5205以下を適用する。まず、処理

5205にてサブアセンブリの最初であるかをチェックする。1つまえの組付部品4903の部品レベルと現在の組付部品4902の部品レベルは共に2で同一である。したがってサブアセンブリ組立の最初の部品ではないのでnoに分岐し、処理5208に進む。ここで、組付部品4902と被組付部品4903の形状データと組付部品4902の組立方向データを用いて、分解状態の配置位置を計算する。その計算結果に基づいて処理5209にて4902を移動した状態を図54に示す。次に処理5210にてサブアセンブリ組立の最後であるかを調べる。部品4902の部品レベルが2で、次の組付部品4902+4903の部品レベルが1なのでサブアセンブリ組立の最後の部品である。したがってyesの方へ分岐し、被組付部品スタックから部品4901をポップし、被組付部品リストにセットする。この後、処理5204にてループし、組付部品4902+4903に処理5205以下を適用する。組付部品4902+4903とは、2つの部品4902と4903を組み立てて組み付けることを示している。処理5205では、部品4902+4903の部品レベルは1で、1つ前の組付部品4902の部品レベルは2であり、サブアセンブリ組立の最初の部品ではない。したがって、noに分岐し、処理5208に進む。ここでは、前のループで計算した分解状態の4902と4903の位置および形状データを組付部品、部品4901を被組付部品として4902と4903を分解した状態の位置を求め、処理5209で4902と4903を移動する。この状態を図55に示す。以上の様にして、サブアセンブリ組立のある組立手順データの分解組立図を作成することができる。

【0054】サブアセンブリ組立のある組立手順データとして、図50の様に部品レベルによりサブアセンブリを表現する実施例を示したが、図56の様に組立手順データにサブアセンブリ組立の有無を示すフラグを設け、フラグが0のときは、サブアセンブリ組立なし、1のときはサブアセンブリ組立ありとしてもよい。サブアセンブリ組立の組立手順は図57のように別の組立手順データを用意して表現する。図56のサブアセンブリ組立付の組付部品4904とサブアセンブリ組立の組立手順データとの対応は、組立手順データにサブアセンブリ名を記憶しておくことにより、組付部品名とサブアセンブリ名の一一致を調べることにより、対応をとることができる。このような組立手順データの表現のときは、サブアセンブリ組立の最初かどうかの判定は、サブアセンブリフラグが1である場合となる。また、組付部品名と同じサブアセンブリ名である組立手順データを検索し、その最初の組付部品を新しい被組付部品とする。サブアセンブリ組立の最後かどうかの判定は、組立順序データの最後まで到達したかによって判断する。

【0055】次に具体的な例を用いて、図1に示した分

解組立図作成装置によって、組立品の組立手順を作成する様子を示す。図36は、説明に用いる組立品の構造である。組立品は、部品3601、部品3602、部品3603、部品3604から構成されている。図37にユーザが入力した組立手順の一例を示す。これは、最初に部品3601を置き、次に部品3602を上方から取り付け、次に部品3603を横から取り付け、最後に部品3604を上方から取り付けるというものである。これを本発明による分解組立図作成装置によって分解組立図を作成すると図37のようになる。図37を見たユーザは、部品3603を横から取り付けようとするが部品3601が邪魔になって取り付けられないことが解かる。部品3603は部品3601に上方からしか取り付けられないので、ユーザは組立手順入力プログラム108に指示を与えて、図39の組立手順のように部品3603の取り付け方向3901を上方からの取り付けに変更する。図39の組立手順を元に組付部品移動プログラム109を起動によって分解組立図を作成し、分解組立図表示プログラム110で表示すると、図40のようになる。図40を見ると、ユーザは部品3602を取り付けてから部品3603を取り付けているため、部品3602が邪魔になって部品3603が取り付けられないことが解かる。そこでユーザは組立手順入力プログラム108に指示を与えて、図41の組立手順のように部品3603の組付手順ステップ4101を部品3602の組立手順ステップ4102の前に変更する。図41の組立手順を元に組付部品移動プログラム109を起動によって分解組立図を作成し、分解組立図表示プログラム110で表示すると、図42のようになる。図42を見ると、組立途中で部品がぶつかったりするような不具合がないことが解かる。このようにして、組立手順を入力し、分解組立図を作成することを繰り返すことによって正しい組立手順が得られる。

【0056】尚、ここで更に本発明による分解組立図を用いた組立手順の変更方法の一例を図58に示す。処理5801では、分解組立図を作成する組立品を構成する部品の形状および組立完了状態での部品位置からなる形状データを入力する。処理5802では、組立順序、組付部品、組立方向からなる組立手順データを入力する。処理5803では、組立形状データと組立手順データから分解状態の部品位置を算出する。処理5804では、処理5803で算出した分解状態での部品位置に部品形状を表示し、分解組立図として表示する。処理5805では、ユーザに組立手順の変更があるかどうかを問い合わせる。ユーザはキーボードやマウス等の入力機器を用いて変更の必要の有無を入力する。変更の必要がない場合は、手順変更処理を終了する。変更が必要なときは、処理5806を実行する。処理5806では、手順変更の指示をユーザに問い合わせる。ユーザは、変更が必要な部品と変更内容をキーボードやマウスを用いて入力す

る。複数の変更対象の部品を指示し、処理 5807 では、ユーザが入力した変更指示に基づいて組立手順データを変更する。変更指示としては、例えば 2 つの部品を指定してその部品の組立順序を入れ替える指示がある。また、別な例としては、変更対象の部品を複数、順次指示したあと、別に指定した部品の前又は後に指示した順に手順を挿入する指示がある。

【0057】図 59～図 63 に図 58 で示した組立順序編集方法の実行例を示す。図 59 は、処理 5801 で入力される形状データの例である。この例では、組立品は、部品 5901、5902、5903、5904 の 4 つの部品からなる。図 60 は、処理 5802 で入力される組立手順データの例である。この組立手順データは、まず部品 5901 を置き、次に部品 5902 を－Y 軸方向から組み付け、次に部品 5903 を－Y 軸方向から組み付け、最後に部品 5904 を－Y 方向から組み付ける組立手順を表している。図 61 は、処理 5801 および処理 5804 によって生成された分解組立図である。処理 5805 により組立手順変更メニュー 6101 が表示され、ユーザは例えばマウスで入れ替えコマンド 6102 を選択する。これにより処理 5806 に制御が移り、変更指示を入力する。例えば入れ替えコマンドの場合、2 つの部品 5903 と部品 5904 を指示する。そうすると、処理 5807 により組立手順データ内の部品 5902 と部品 5903 の順序を入れ替える。図 62 に変更後の組立手順データを示す。変更後の組立手順データと処理 5801 で入力した形状データを用いて処理 5803 で配置位置を計算し、処理 5804 で表示した結果は、図 63 の様になる。変更後の分解組立図を表示後、再び処理 5805 により組立手順変更メニュー 6101 が表示される。ここで、ユーザは移動コマンド 6103 を選択すると、処理 5806 により変更指示を入力する。移動コマンドの場合には、順序移動対象の部品、移動先の部品を分解組立図上で指示し、移動先部品の前に移動するか後に移動するかをメニューで指示する。例えば図 63 上で、順序変更部品として部品 5903 と部品 5904 の順で指示し、次に移動先部品として 5902 を指示する。そして、メニュー 6301 より「前に」を選択する。処理 5807 では、処理 5806 で入力された変更指示に従い、部品 5903 と部品 5904 をこの順で部品 5902 の前に移動し、その結果、図 64 の様な組立手順データが得られる。図 64 の組立手順データと図 59 の形状データおよび配置データをもとに、処理 5803 で配置位置を計算し、処理 5804 で表示すると図 65 のような分解組立図が得られる。処理 5805 にてメニュー 6101 を表示し、ユーザがこれ以上組立順序を変更する必要がないときは終了 6104 を選択して編集処理を終了する。

【0058】このようにして、分解組立図上で組立手順を指示すると、部品が分解されているので部品の指示が

容易になると共に、分解組立図上では、組立順序の順に部品が並んでいるので、部品の組立順序の把握が容易になる。したがって、組立完了状態で順序を変更するよりも、分解組立図上で組立順序の変更をするほうが容易である。

【0059】以上、本発明の実施例によれば、少なくとも形状データと組立手順データがあれば、分解組立図を自動的作成できるため、分解組立図作成の工数を低減する効果がある。

【0060】また、部品形状の頂点や制御点の代わりに、部品形状を包含するバウンディングボックスの頂点を用いることにより、1 つの部品について高々 6 つの頂点と組付方向ベクトルとの内積を計算するだけで済むので、高速に分解組立図を作成できるという効果がある。

【0061】更にまた、組付部品の移動量計算に分解組立図の視線方向を用いることにより分解組立図においてばらした部品同士が見かけ上重ならない図を作成できるので、理解しやすい分解組立図を作成できるという効果がある。

【0062】また、組付部品の移動量計算に分解組立図の視線方向をもちいることにより分解組立図においてばらした部品同士を見かけ上、等間隔に配置した図を作成できるので、理解しやすい分解組立図を作成できるという効果がある。

【0063】また、組立状態で接触する面を分解組立図上で線で結ぶことができるので、組立方向が理解しやすい分解組立図を作成できるという効果がある。

【0064】また、分解組立図を容易に作成できるので、組立手順データを入力してその分解組立図を表示させ、それを見て組立手順の不具合を見つけ、組立手順データを修正するというような作業が少ない手間が可能となり、製品の製造工程での組立手順の立案が容易になるという効果がある。

【0065】

【発明の効果】本発明によれば、分解組立図の自動作成が可能となり、従来行われていた、部品を 1 つ 1 つオペレータが移動方向と移動量を指示して移動させるという作業が不要となり、分解組立図作成の工数を低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例である分解組立図作成装置の構成図である。

【図 2】図 1 の実施例における組付部品移動部の詳細構成図である。

【図 3】組立品の状態図である。

【図 4】図 2 に示す組付部品移動部の動作原理を説明する図である。

【図 5】図 2 に示す組付部品移動部の動作原理を説明する図である。

【図 6】組付部品移動部の処理手順を表す図である

【図 7】他の組立品の状態図である。

【図 8】組立手順データのデータ構成を表す図である。

【図 9】図 7 に示す組立品に対する組付部品移動部の動作を説明する図である。

【図 10】図 7 に示す組立品に対する組付部品移動部の動作を説明する図である。

【図 11】図 7 に示す組立品に対する組付部品移動部の動作を説明する図である。

【図 12】図 7 に示す組立品に対する組付部品移動部の動作を説明する図である。

【図 13】図 7 に示す組立品に対し本発明の一実施例によって作成した分解組立図である。

【図 14】三次元形状の組立品に対する組付部品移動部の動作を説明する図である。

【図 15】本発明の一実施例によって作成した三次元形状データに基づく分解組立図である。

【図 16】組付部品移動部の一実施例の動作を説明する図である。

【図 17】図 16 に示す本発明の一実施例によって作成した分解組立図である。

【図 18】本発明の他の実施例である分解組立図作成装置の組付部品移動部の詳細構成図である。

【図 19】部品形状を包含するバウンディングボックスの一例を表す図である。

【図 20】本発明の他の実施例である分解組立図作成装置の構成図である。

【図 21】図 20 に示す組付部品移動部の詳細構成図である。

【図 22】組立品の状態図である。

【図 23】図 22 に示す組付部品移動部の動作を説明する図である。

【図 24】図 22 に示す組付部品移動部の動作を説明する図である。

【図 25】本発明の一実施例によって作成した分解組立図である。

【図 26】図 22 に示す組付部品移動部の処理手順を表す図である。

【図 27】本発明の他の実施例である分解組立図作成装置の組付部品移動部の詳細構成図である。

【図 28】組立品の状態図である。

【図 29】組立品の接触面の例を表す図である。

【図 30】図 27 に示す組付部品移動部の動作を説明する図である。

【図 31】本発明の一実施例によって作成した分解組立図である。

【図 32】本発明の他の実施例である分解組立図作成装置の組付部品移動部の詳細構成図である。

【図 33】接触面の対応線を作成する原理を説明する図である。

【図 34】本発明の一実施例によって作成した対応線を

含む分解組立図である。

【図 35】視線方向により、部品間の隙間を決定する方法の原理を説明する図である。

【図 36】組立品の状態図である。

【図 37】組立手順データのデータ構成を表す図である。

【図 38】本発明の一実施例の装置によって作成した分解組立図である。

【図 39】組立手順データのデータ構成を表す図である。

【図 40】本発明の一実施例の装置によって作成した分解組立図である。

【図 41】組立手順データのデータ構成を表す図である。

【図 42】本発明の一実施例の装置によって作成した分解組立図である。

【図 43】本発明の一実施例である分解組立図作成方法の処理フロー図である。

【図 44】図 18 に示す実施例の分解組立図作成方法の処理フロー図である。

【図 45】図 44 のステップ 4407 の詳細フロー図である。

【図 46】組付品の状態図である。

【図 47】組付品に対しバウンディングボックス及び半直線が付加された図である。

【図 48】配置位置決定後の状態を表す図である。

【図 49】サブアッセンブリ組立のある組立品の形状データを示す図である。

【図 50】サブアッセンブリ組立のある組立手順データのデータ構成図である。

【図 51】木構造により組立品を表現した図である。

【図 52】本発明の他の実施例であるサブアッセンブリ組立に対応した分解組立図作成方法の処理手順を表す図である。

【図 53】被組付部品用スタックのデータ構成図である。

【図 54】分解組立図作成の途中状態を表す図である。

【図 55】分解組立図作成の最終状態を表す図である。

【図 56】サブアッセンブリ組立のある組立手順データのデータ構成図である。

【図 57】サブアッセンブリ組立のある組立手順データのデータ構成図である。

【図 58】本発明の他の実施例である分解組立図上での組立手順の編集を行う際の処理手順を表す図である。

【図 59】組立品の状態図である。

【図 60】組立手順データのデータ構成図である。

【図 61】分解組立図上での組立手順編集の指示方法を説明する図である。

【図 62】組立手順編集後の組立手順データのデータ構成図である。

【図 6 3】組立手順編集後の分解組立図である。

【図 6 4】組立手順編集後の組立手順データのデータ構成図である。

【図 6 5】組立手順編集後の分解組立図である。

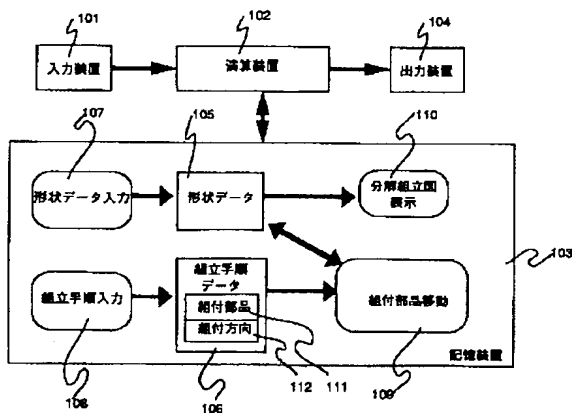
【符号の説明】

101…入力装置、102…演算装置、103…記憶装

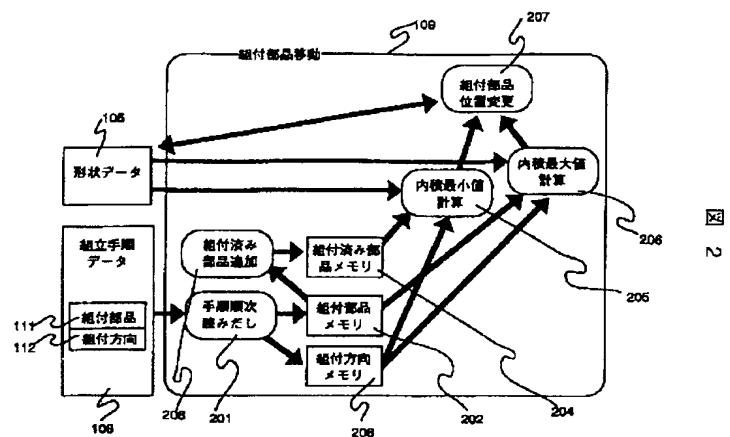
置、104…出力装置、105…形状データ、106…組立手順データ、107…形状データ入力プログラム、108…組立手順入力プログラム、109…組付部品移動プログラム、110…分解組立図表示プログラム、111…組付部品データ、112…組付方向データ。

【図 1】

図 1

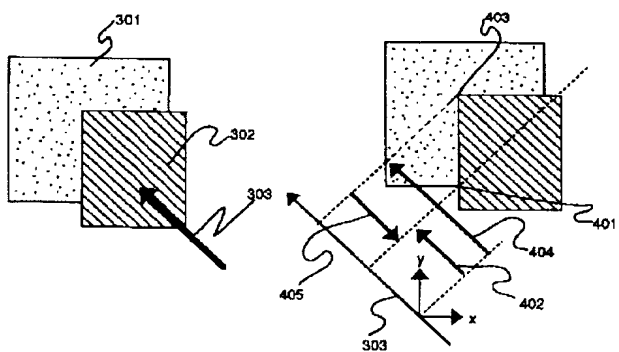


【図 2】



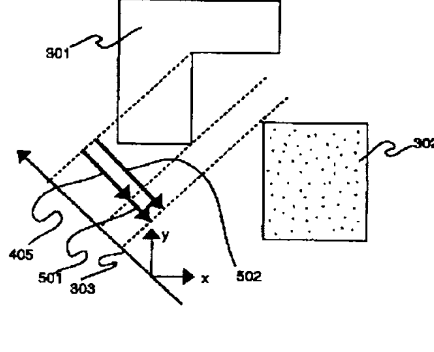
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4

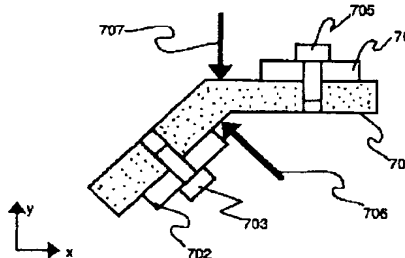


【図 5】

図 5

【図 7】

図 7



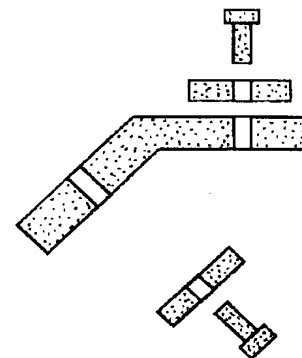
【図 8】

図 8

手順ステップ	組付部品	組付方向
1	701	—
2	702	706
3	703	706
4	704	707
5	705	707

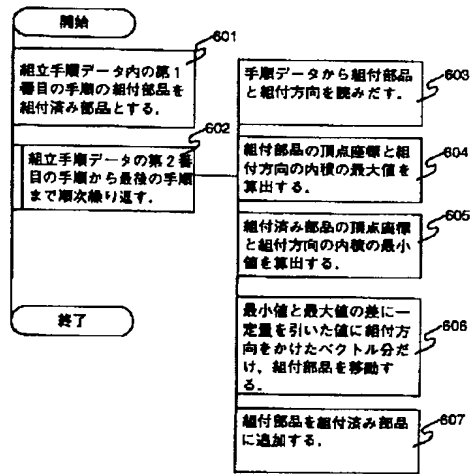
【図 13】

図 13



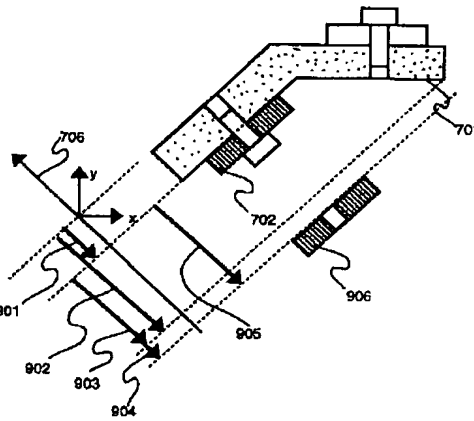
【図6】

図 6



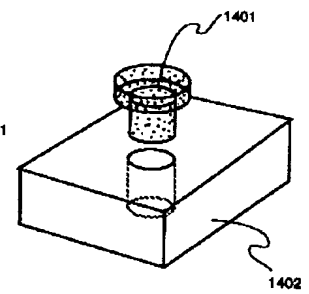
【図9】

図 9



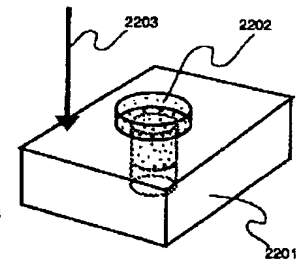
【図15】

図 15



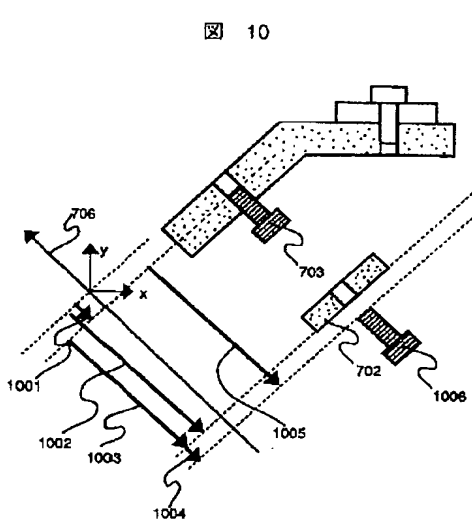
【図22】

図 22



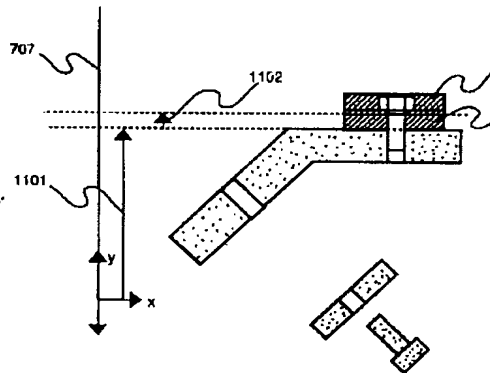
【図10】

図 10



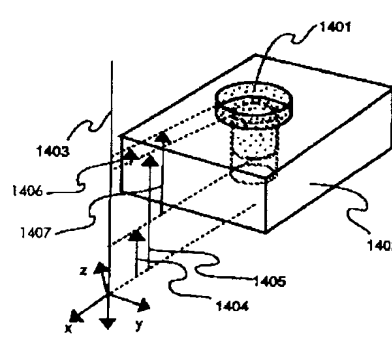
【図11】

図 11



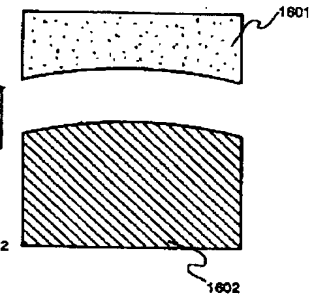
【図14】

図 14



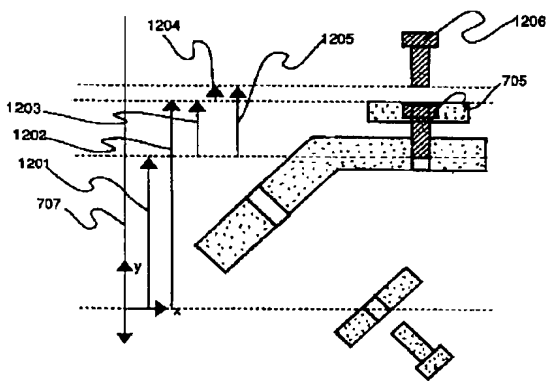
【図17】

図 17



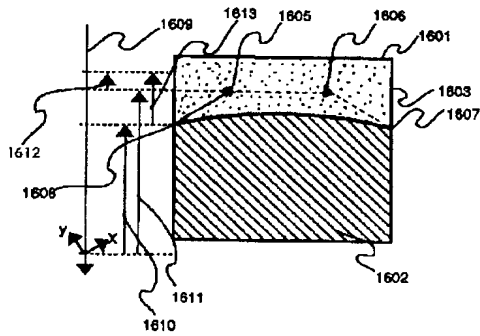
【図12】

図 12



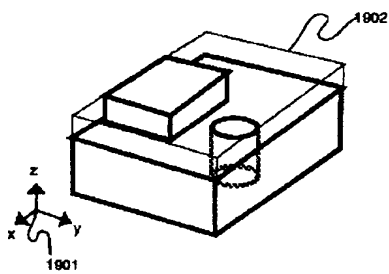
【図16】

図 16



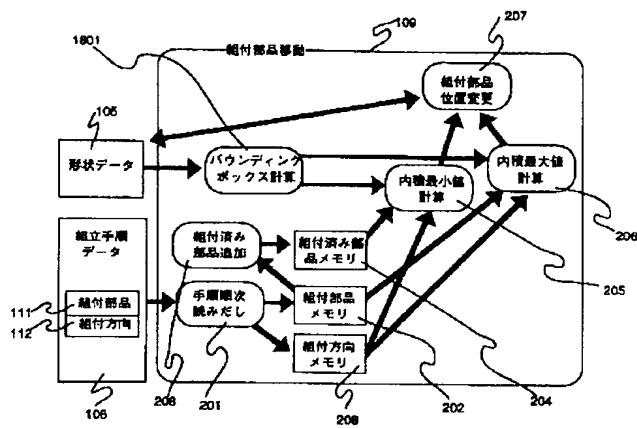
【図19】

図 19



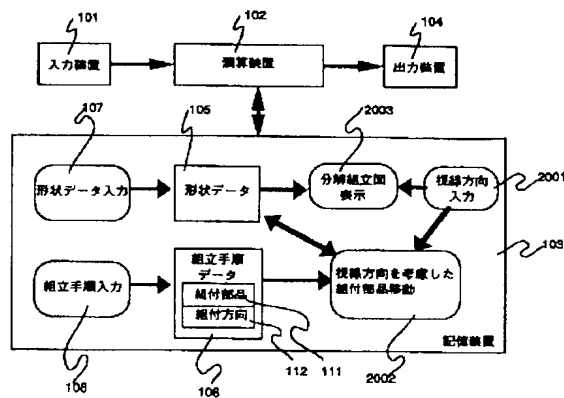
【図18】

図 18



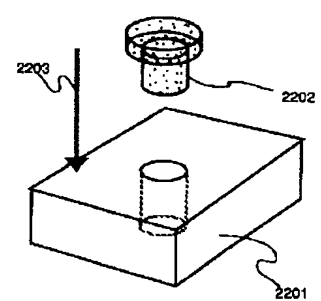
【図20】

図 20



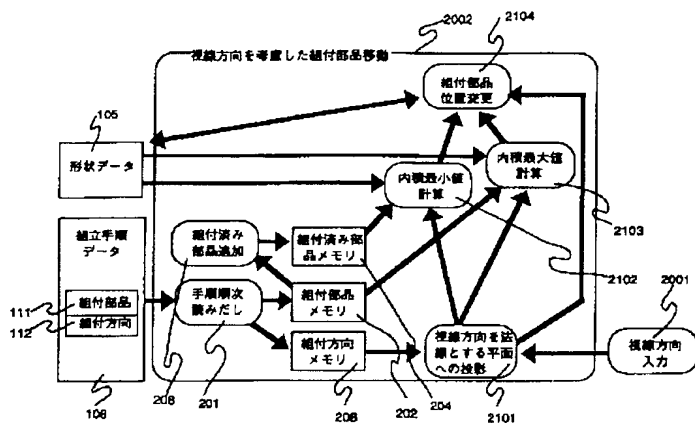
【図25】

図 25



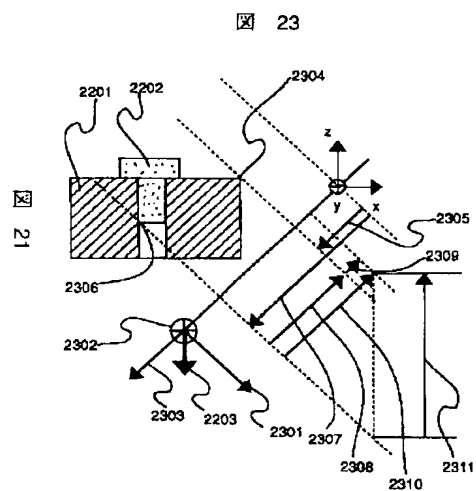
【図21】

図 21

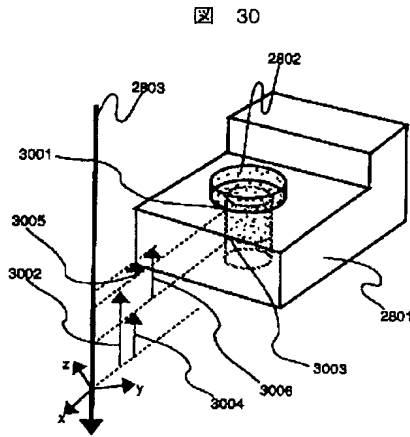


【図23】

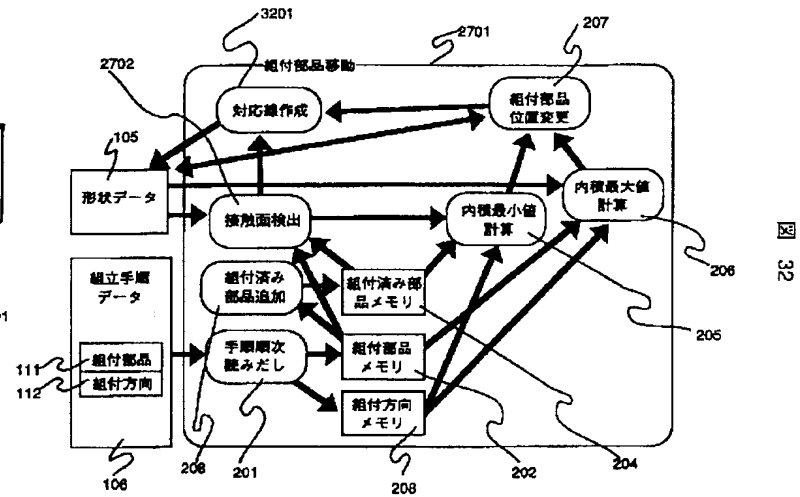
図 23



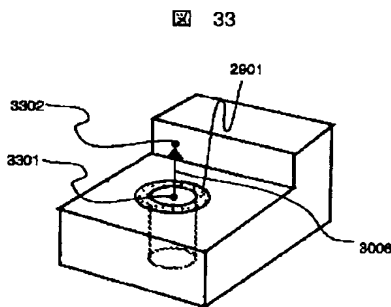
【図30】



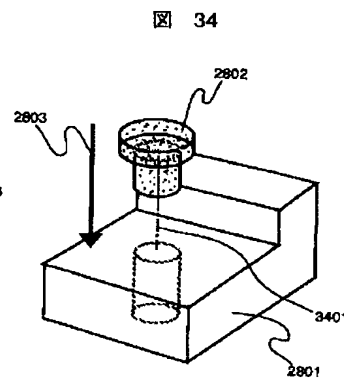
【図32】



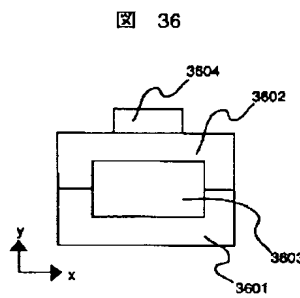
【図33】



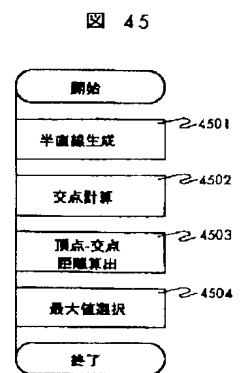
【図34】



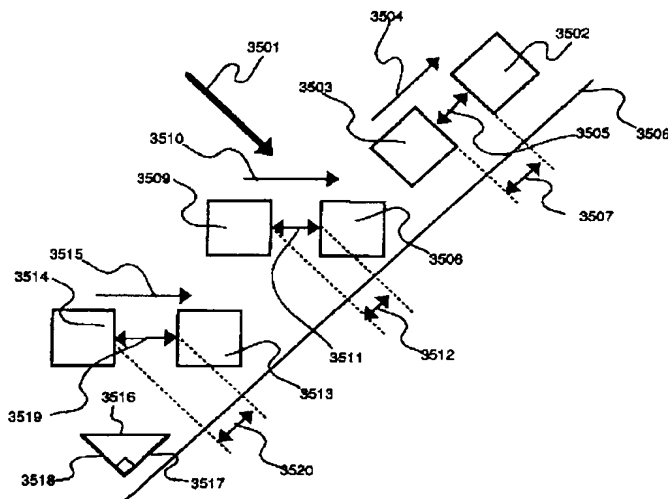
【図36】



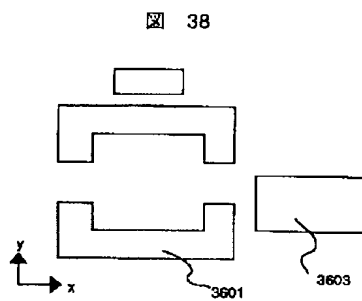
【図45】



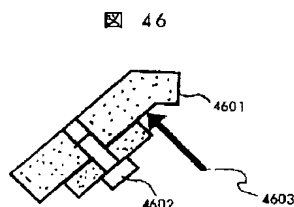
【図35】



【図38】

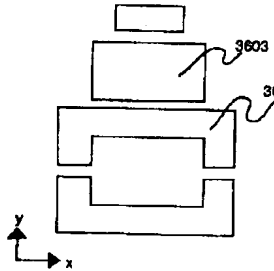


【図46】



【図40】

図 40



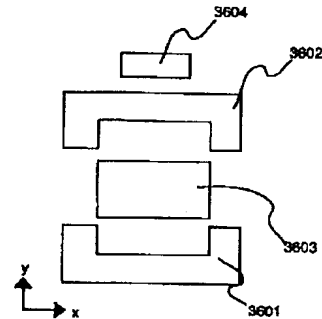
【図41】

図 41

手順ステップ	組付部品	組付方向
1	3601	—
2	3603	{0, -1}
3	3602	{0, -1}
4	3604	{0, -1}

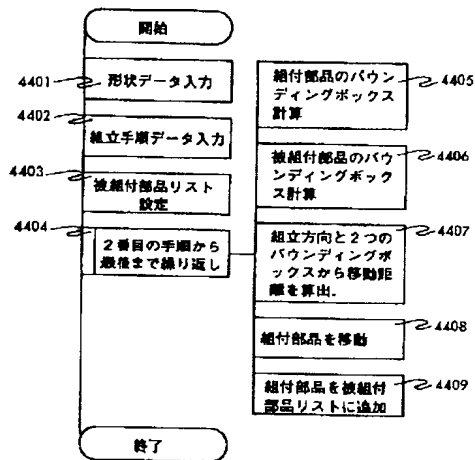
【図42】

図 42



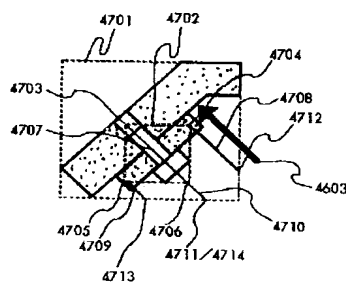
【図44】

図 44



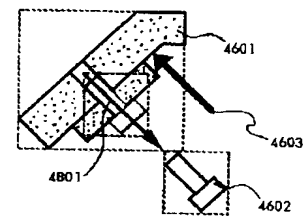
【図47】

図 47



【図48】

図 48



【図53】

図 53

Index	部品数	部品名リスト
1	2	A, B
2	1	C
3		
4		
...		

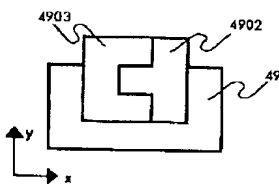
【図57】

図 57

順序	組付部品	組付方向	サブ アセンブリ フラグ
1	4903		0
2	4902	-X	0

【図49】

図 49



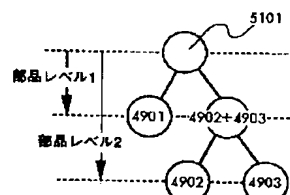
【図50】

図 50

順序	組付部品	組付方向	部品レベル
1	4901		1
2	4903		2
3	4902	-X	2
4	4902+4903	-Y	1

【図51】

図 51



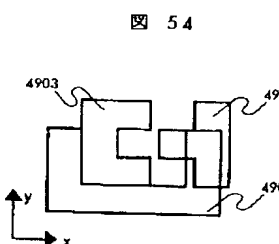
【図56】

図 56

順序	組付部品	組付方向	サブ アセンブリ フラグ
1	4901		0
2	4904	-Y	1

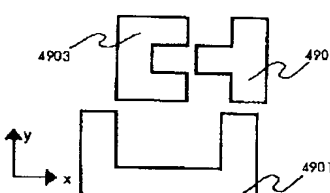
【図54】

図 54



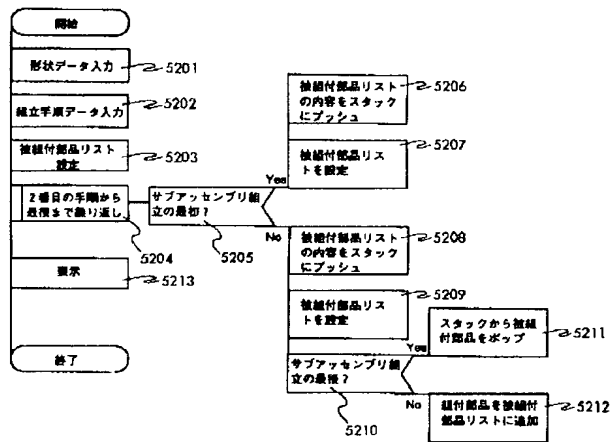
【図55】

図 55



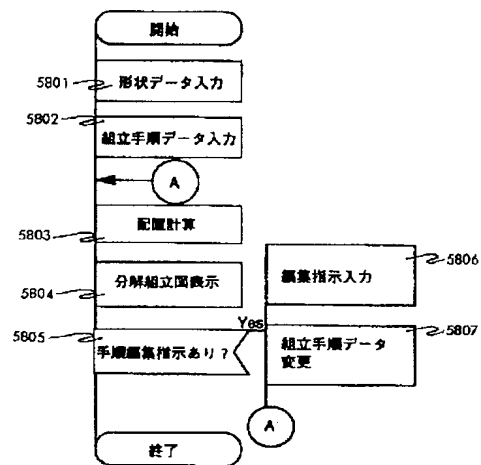
【図52】

図 52



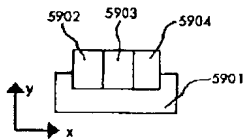
【図58】

図 58



【図59】

図 59



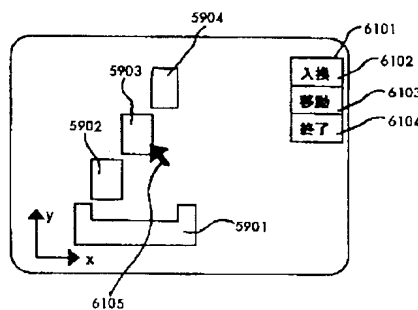
【図60】

図 60

順序	組立部品	組付方向
1	5901	-Y
2	5902	-Y
3	5903	-Y
4	5904	-Y

【図61】

図 61



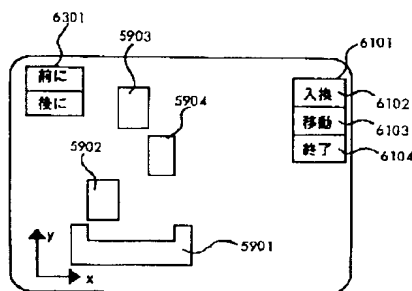
【図62】

図 62

順序	組立部品	組付方向
1	5901	-Y
2	5902	-Y
3	5904	-Y
4	5903	-Y

【図63】

図 63



【図64】

図 64

順序	組立部品	組付方向
1	5901	-Y
2	5903	-Y
3	5904	-Y
4	5902	-Y

【図65】

図 65

